

OPTIMALISASI PENAMBAHAN OKSIGEN PADA ROTATING BIOLOGICAL CONTRACTOR (RBC) MEDIA BERGERIGI UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN ORGANIK LIMBAH TEMPE

Tulus Bestari Pakpahan dan Novirina Hendrasarie

Progdi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email : novirina@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimalisasi penyisihan reaktor RBC media bergerigi dengan penambahan oksigen dan tanpa penambahan oksigen dalam mengolah air limbah dari industri tempe. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa variabel yang paling Optimalisasi penurunan COD yang terbesar adalah 92,10 % pada penambahan oksigen di bak pengendap dengan waktu detensi 3,5 jam. Sedangkan efisiensi penurunan COD adalah tanpa penambahan oksigen di konsentrasi COD pada dengan waktu detensi yaitu 0,7 jam s/d 3,5jam di bak reaktor. Optimal penurunan COD yang terkecil adalah 4,97 % dibak reaktor pada tanpa penambahan oksigen dengan waktu detensi paling terkecil, yaitu 0,7 jam COD 844,51 mg/l.

Hasil keseluruhan penelitian ini menunjukkan bahwa reaktor RBC terbukti dapat mengolah air limbah industri rumah tangga daerah tenggilis surabaya. Nilai semua parameter pada effluent dibawah ambang batas baku mutu air buangan untuk industri (Keputusan Gubernur Jawa Timur, 2013). Perubahan penambahan oksigen dan tanpa oksigen sangat berpengaruh terhadap optimasi penyisihan untuk semua parameter.

Kata Kunci : *Limbah Tempe, Penambahan Oksigen, Rotating Biological Contactor (RBC)*

ABSTRACT

This research aims to know the optimization stage reactor RBC media serrated with the addition of oxygen and without the addition of oxygen in the wastewater from industrial processing tempe. From research conducted obtained results that are the most variable Optimization of the largest COD reduction was 92.10% by addition of oxygen in a tub with a time of detensi precipitator 3.5 hours. Whereas the efficiency decrease in COD is without the addition of oxygen at concentrations of COD on the detensi with a time of 0, 7jam s/d 3,5 jam in a reactor. The smallest COD reduction optimization is 4.97% dibak reactor on without adding oxygen to the smallest, most detensi time of 0.7 seconds 844,51 mg/l COD.

Overall results of this study indicate that the reactor can cultivate proven RBC wastewater industry of area tenggilis of surabaya. The value of all the parameters in the effluent under the threshold of quality raw wastewater for industry (decision of the Governor of East Java, 2013). Changes to the addition of oxygen and without oxygen very influential towards the optimization of allowance for all parameters.

Keywords: *Tempe Waste, addition of oxygen, Rotating Biological Contactor (RBC)*

PENDAHULUAN

Proses produksi tempe yang berasal dari industri rumah tangga dan dikerjakan secara tradisional, memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Limbah yang diperoleh dari proses proses tersebut diatas dapat berupa limbah cair maupun limbah padat. Sebagian besar limbah padat yang berasal dari kulit kedelai, kedelai yang rusak dan mengambang pada proses pencucian serta lembaga yang lepas pada waktu pelepasan kulit, sudah banyak yang dimanfaatkan untuk makanan ternak. Limbah cair berupa air bekas rendaman kedelai dan air bekas rebusan kedelai masih dibuang langsung diperairan disekitarnya.

Rotating Biological Contactor (RBC) bentuk media bergerigi merupakan suatu proses pengolahan limbah secara biologis, yang terdiri atas disc melingkar yang diputar oleh poros dengan kecepatan tertentu, untuk menurunkan parameter organik seperti COD atau BOD bahkan mampu menurunkan nitrat dan nitrit dengan sistem pertumbuhan mikroorganisme dengan cara melekat atau menempel. Dengan sistem pertumbuhan seperti ini maka lumpur yang dihasilkan tidak banyak jika dibandingkan dengan Activated Sludge (Lumpur aktif).

Pada penelitian *rotating biological contactor* (RBC) berbentuk media bergerigi ini dengan penambahan oksigen diharapkan mampu menjaga kestabilan suplai oksigen pada bakteri, karena pada penelitian sebelumnya ditemukan adanya endapan dari bahan-bahan yang terbuang sehingga mengakibatkan tertahannya pemberian oksigen yang dibutuhkan bakteri aerobik, serta mengurangi bau busuk seperti gas H₂S dan amoniak yang ditimbulkan dari kandungan limbah

organik tempe. Reaktor yang dipakai *rotating biological contactor* (RBC) berbentuk media bergerigi ini menambah luas permukaan pada cakram RBC sehingga pertumbuhan bakteri yang menempel pada dinding cakram tidak terhambat terhadap ruang yang sempit.

Pada penelitian ini bertujuan untuk menguji optimalisasi *rotating biological contactor* (RBC) bentuk media bergerigi dengan penambahan oksigen dan tanpa penambahan oksigen untuk menurunkan kandungan organik pada limbah tempe. *Biological Contactor* (RBC) dan memanfaatkan bakteri, selain itu pengaruh putar cakram juga mempengaruhi terhadap efisiensi pengolahan air limbah

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah cair tempe ini berasal dari industri rumah tangga dan dikerjakan secara tradisional, memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Adanya proses pembusukan, akan menimbulkan bau yang tidak sedap, terutama pada musim kemarau dengan debit air yang berkurang. Ketidakseimbangan lingkungan baik fisik, kimia maupun biologis dari perairan yang setiap hari menerima beban limbah dari proses produksi tempe ini, akan dapat mempengaruhi kualitas air dan kehidupan organisme di perairan tersebut.

Reaktor biologis putar (*Rotating biological contactor*) disingkat RBC adalah salah satu teknologi pengolahan air limbah yang mengandung polutan organik secara biologis dengan sistem biakan melekat (*attached culture*). Prinsip kerja pengolahan air limbah Optimalisasi Penambahan Oksigen dengan RBC yakni air limbah yang mengandung polutan organik

dikontakan dengan lapisan mikroorganisme (microbial film) yang melekat pada permukaan media didalam suatu reaktor. Media tempat melekatnya film biologis ini berupa piringan (disk) dari bahan polimer atau plastic yang ringan dan disusun dari berjajar-jajar pada suatu poros sehingga membentuk suatu modul atau paket selanjutnya diputar secara pelan dalam keadaan tercelup sebagian kedalam air limbah yang mengalir secara kontinyu maupun batch ke dalam reaktor tersebut. Menurut (Metcalf & Eddy, 2003) waktu detensi yang ditentukan antara 0.7 – 1.5 Jam penurunan kandungan organik sedangkan 1.5 – 4 Jam penurunan kandungan organik dan nitrifikasi.

Bentuk Media RBC yang digunakan dalam Penelitian ini adalah berbentuk Bergerigi yang bertujuan untuk menambah luas permukaan pada cakram RBC dan meningkatkan DO pada air limbah.

Dari hasil penelitian (Hendrasarie, 2013), RBC dengan media bergerigi untuk masalah limbah tahu, didapatkan nilai optimasi terbaik pada konsentrasi dibawah 4000 mg/l, dengan prosentasi penurunan COD > 80%, pada rentang waktu detensi 1-2 jam.

Pada dasarnya RBC retan terhadap oksigen limit atau oksigen yang minim, di sebabkan adanya bahan-bahan buangan yang juga memerlukan oksigen menyerap oksigen dalam skala besar) ikut terbuang bersamaan dengan pembuangan limbah cair. Bahan-bahan yang memerlukan oksigen ini dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air dengan cepat. Sementara oksigen sangat diperlukan oleh bakteri aerob untuk memakan bahan-bahan organik (bahan-bahan berbahaya) di dalam limbah serta adanya endapan atau pengendapan dari bahan-bahan yang terbuang. Pengendapan dapat

mengakibatkan tertahannya pemberian oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri-bakteri aerobik. Maka dari itu dalam penelitian ini dibutuhkan biofilm yang tahan limit.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

1. Bakteri yang dikembangkan berasal dari air limbah industri tempe rumah tangga didaerah jl. Tenggilis Mulya I/12, surabaya
2. Air limbah yang digunakan limbah dari industri tempe, berasal dari proses perendaman kedelai, pencucian, dan perebusan. Dengan Karakteristik awal limbah tempe sebagai berikut:

Peralatan Penelitian

Rangkaian alat penelitian yang digunakan di laboratorium, meliputi:

- a. Bak penampung air limbah.
- b. Bak umpan
- c. Bak reaktor RBC
- d. Pipa overflow
- e. Pipa inlet dan outlet
- f. Air Pump yang digunakan Aquarium Amara dengan spesifikasi ACD-6602A AC/ DC ; Power: 10 watt; Air Flow: 5.0 liter/ jam; Battery: 6 volt; Air Outlets: 2 cabang; Aquarium Size: max. 200 liter; Dimension: 290x130x70 mm
- g. Pompa *Submersible*
- h. *Gate valve*
- i. Pendingin Motor.
- j. *Clarifier*
- k. Motor GPG
- l. Selang berdiameter: 4/6 mm

Variabel

Pada penelitian ini terdapat pada dua variabel yaitu variabel ditetapkan dan dijalankan sebagai berikut:

1. Variabel Tetap :
pH diatur= 6-9 (pH netral) dan Suhu pada suhu ruangan= 28°C – 30°
2. Variabel peubah :

- a. Konsentrasi COD pada kisaran = 3000 mg/l, 2000 mg/l, 1000 mg/l, 800 mg/l, 600 mg/l.
- b. Pengambilan sampel dari Reaktor RBC (waktu detensi) yaitu 0,7 jam, 1,4 jam, 2,1 jam, 2,8 jam, 3,5 jam, 4,2 jam

Cara Kerja

Penelitian ini dilakukan secara kontinyu dan dilakukan dengan tiga tahap proses, yaitu tahap persiapan, tahap seeding, tahap aklimatisasi dan pengoperasian RBC. Kondisi yang harus dijaga pada saat melakukan running adalah : temperature, pH sesuai dengan air limbah tempe itu sendiri.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini meliputi rangkaian alat proses mulai dari *seeding*, *aklimatisasi* sampai *running*. Tahap ini dilakukan agar reaktor siap digunakan untuk penyisihan beban organik,:

- a. Mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan pada proses seeding dan aklimatisasi, meliputi: Bak umpan, Bak Penampung/pengatur debit, Bak reaktor, pompa submersible, pipa overflow, pipa inlet, gate valve, penempatan selang aerator di setiap stage dan limbah cair tempe.
- b. Mengkondisikan rangkaian alat meliputi: arah aliran air, pemasangan pipa, mengantisipasi kebocoran pada pipa perlu adanya cadangan, pemberian oli pada gear reaktor, cek alat dan siap dijalankan.
- c. Melakukan proses mulai dari seeding, aklimatisasi sampai running. Dengan tes awal limbah COD, pH, TSS, N.
- d. Mengisi bak umpan dengan limbah cair tempe industri rumah tangga Tenggilis, Surabaya. Dilakukan pengenceran yaitu dengan

menggunakan rumus $V_1.N_1:V_2.N_2$. Setelah hasil volume keluar lalu dilakukan pengenceran dengan cara mengisi air limbah lalu menambahkan air aquadest kedalam bak umpan. Serta menjaga pH dengan ketetapan (6-9) dengan cara mengambil sampel dari bak umpan sedikit dituangkan ke gelas ukur ditambahkan kapur kedalam gelas ukur diaduk hingga merata setelah itu air tersebut di kembalikan. Jika belum memenuhi maka dilakukan ulang.

- e. Mengganti limbah baru 1 hari sekali.

Tahap Seeding

- a. Dimasukan Limbah yang sudah diencerkan pada bak umpan sebanyak ± 70 liter.
- b. Dialirkan dengan pompa pada ketinggian 2 m ke bak penampung limbah.
- c. Setelah dari bak penampung alirkan limbah ke reaktor RBC 3 dimensi dengan gravitasi. (atur debit limbah yang masuk pada reaktor RBC tersebut).
- d. Isi reaktor RBC dengan limbah hingga cakram terendam 40 % (Proses dilakukan secara batch).
- e. Pemberian nutrisi pada reactor RBC untuk menumbuhkan Mikroorganisme pada cakram RBC 3 Dimensi, agar mikroorganisme melekat atau menempel pada cakram RBC 3 dimensi. (Pemberian Nutrisi menggunakan gula ($C_{12}H_{22}O_{11}$), Urea ($CO(NH_2)_2$), Kalium dipospat (KH_2PO_4) dengan perbandingan C:N:P = 100:5:1. Gula ($C_{12}H_{22}O_{11}$):13,04 gr Urea ($CO(NH_2)_2$): 26,086gr
- f. Dilakukan proses seeding secara terus-menerus hingga mikroorganisme tumbuh melekat sampai ketebalan yang disesuaikan 2,5mm.

- g. Proses seeding di hentikan jika kandungan organik pada limbah mampu mendegradasi hingga lebih dari 60%.

Tahap Aklimatisasi

- a. Dilakukan proses pengenceran pada limbah awal yaitu dengan COD 26.600 mg/l, diencerkan COD menjadi 6000 mg/l.
- b. Dimasukan limbah yang telah diencerkan kedalam reaktor RBC.
- c. Dilakukan analisa dengan selang waktu antara 1 hari – 2 hari. Untuk memastikan mikroorganisme mendegradasi limbah hingga lebih dari 3000 mg/l.
- d. Jika mampu mendegradasi lanjutkan adaptasi mikroorganisme dengan pemberian limbah dengan COD 1000 mg/l, 2000 mg/l, 3000 mg/l.
- e. Proses seeding di hentikan jika kandungan organik pada limbah mampu mendegradasi hingga lebih dari 60%.

Tahap Pengoperasian RBC

Pada Tahap Pengoperasian RBC terbagi menjadi dua tahap yakni dengan aerator sebagai penambahan O₂ dan tanpa penambahan aerator prosesnya sebagai berikut:

1. Tahap Pengoperasian RBC dengan Penambahan Aerator sebagai O₂

- a. Dipasang alat pada bagian tengah-tengah tiap stage. Jarak dari cakram ke selang 4cm dengan ketinggian selang dari permukaan 40%.
- b. Air limbah Industri tempe ditampung dalam bak penampung dengan volume yang sudah ditentukan.
- c. Kemudian dengan kondisi tetap seperti kecepatan putaran harus dijaga konstan yaitu 7 RPM. kemudian mulai melakukan variable yang dirubah yaitu

dengan memasukan limbah tempe dengan kandungan organik COD yang telah divariasikan yaitu 3000 mg/l, 2000 mg/l, 1000 mg/l, 800 mg/l, 600 mg/l.

- d. Limbah yang telah diolah kemudian ditampung di bak clarifier dengan variable waktu yang telah divariasikan.
- e. Pengambilan sample dari bak reaktor RBC diambil dengan selang waktu yang sudah di variasi yaitu 0,7 jam, 1,4 jam, 2,1 jam, 2,8 jam, 3,5 jam, dan 4,2 jam
- f. Kemudian limbah dengan COD 3000 mg/l dikuras dari reaktor RBC media bergerigi lalu diberi limbah tempe yang baru dengan COD yang telah divariasikan. Dan lalu dilakukan sesuai no.4. Proses tersebut berulang hingga variable yang dijalankan telah digunakan semuanya.
- g. Setelah selesai proses running dengan penambahan oksigen maka selang dicabut.
- h. Air dalam reaktor dibuang sepenuhnya di bersihkan bagian permukaan bawah agar nantinya tidak menyumbat proses running tanpa oksigen
- i. Dilakukan proses aklimatisasi selama 5 hari agar bakteri bisa beradaptasi dengan limbah asli dan mampu mendegradasi 60%.

2. Tahap Pengoperasian RBC Tanpa Penambahan Aerator sebagai O₂

- a. Air limbah Industri tempe ditampung dalam bak penampung dengan volume yang sudah ditentukan.
- b. Kemudian dengan kondisi tetap seperti kecepatan putaran harus dijaga konstan yaitu 7 RPM. kemudian mulai melakukan variable yang dirubah yaitu dengan memasukan limbah tempe dengan

- kandungan organik COD yang telah divariasikan yaitu 3000 mg/l, 2000 mg/l, 1000 mg/l, 800 mg/l, 600 mg/l.
- Limbah yang telah diolah kemudian ditampung di bak clarifier dengan variable waktu yang telah divariasikan.
 - Pengambilan sample dari bak reaktor RBC diambil dengan selang waktu yang sudah di variasi yaitu 0,7 jam, 1,4 jam, 2,1 jam, 2,8 jam, 3,5 jam, dan 4,2 jam
 - Kemudian limbah dengan COD 3000 mg/l dikuras dari reaktor RBC media bergerigi lalu diberi limbah tempe yang baru dengan COD yang telah divariasikan. dan lalu dilakukan sesuai no.4. Proses tersebut berulang hingga variable yang dijalankan telah digunakan semuanya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Penelitian RBC bentuk media bergerigi dengan menggunakan proses continue hasil analisa limbah tempe ditemukan COD pada kisaran 14.816 mg/l, 15556 mg/l, 18729 mg/l, 19260 mg/l, 20001 mg/l, 22224 mg/l, 23240 mg/l, 28150 mg/l dan 26600mg/l. Kemampuan penyisihan kandungan organik oleh RBC bentuk media bergerigi dengan penambahan oksigen dan tanpa penambahan oksigen didapat dalam pembahasan ini sebagai berikut:

Kondisi Penurunan Kandungan Organik Limbah Tempe Pada RBC Bentuk Media Bergerigi Saat Seeding dan Aklimatisasi.

Seeding dilakukan untuk menumbuhkan dan mengembangbiakan mikroorganisme yang berasal dari limbah cair tempe dibutuhkan waktu \pm 8 minggu. Proses seeding dilakukan dengan cara continue pada kecepatan putar cakram 12 rpm dan menambahkan

$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ dan Glukosa sebagai nutrisi. Air limbah cair tempe mempunyai konsentrasi COD sebesar 3000 mg/l, sehingga kebutuhan nutrisi dengan perbandingan COD : N = 100 : 5, maka diperoleh N (Urea) = 21,42 mg/l, Glukosa = 10,4 mg/l.

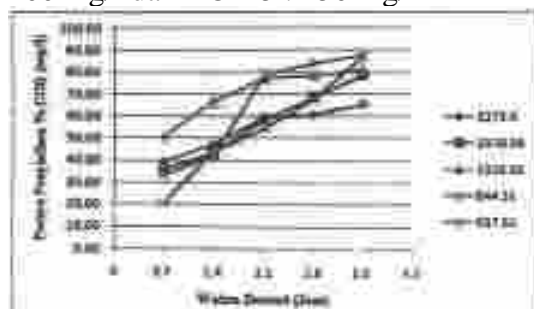
Pada saat aklimatisasi didapatkan kondisi debit konstan, limbah asli dilakukan proses pengenceran menjadi konsentrasi COD 3520 mg/l. Pada hasil penelitian dilapangan persen penurunan konsentrasi COD mengalami tahapan yang berbeda mulai dari 23064 mg/l = 1926.08 mg/l, 23064 mg/l = 888.96 mg/l, 28150.4 mg/l = 2529.6 mg/l dan 26600 mg/l = 3520 mg/l. Terjadi penurunan dari konsentrasi COD 888.96 mg/l ke konsentrasi COD 23064 mg/l karena mikroorganisme pada fase ini mengalami tahap dimana terjadinya pertumbuhan yang cepat karena adanya konsentrasi substrat yang tinggi. Untuk menentukan proses selanjutnya yaitu pada tahap aklimatisasi dilihat berdasarkan prosentase penyisihan kandungan organik yang melebihi dari 888.96 dan dilihat pada ketebalan biofilm pada media bergerigi, maka aklimatisasi dapat dilakukan pada hari ke 12 dengan ketebalan biofilm 2,5mm.

Berdasarkan hasil tabel IV.1 yang didapatkan tahap aklimatisasi dimana diperoleh waktu pengambilan sampel untuk pengujian parameter kandungan organik limbah tempe pada limbah asli 23064 mg/l dan 23064 mg/l, waktu untuk menurunkan kandungan organik limbah tempe lebih singkat dibandingkan pada limbah 23064 mg/l. Pada limbah 23064 mg/l, 28150.4 mg/l dan 26600 mg/l penurunan kandungan organik dalam selang waktu yang sama selama 3 hari sedangkan pada limbah 23064 mg/l, dalam selang waktu 2 hari, dikarenakan pada limbah 23064 mg/l merupakan tahap mikroorganisme untuk

beradaptasi pada kondisi lingkungan dan substrat yang baru dan saat proses aklimatisasi merupakan tahap proses yaitu dari resirkulasi. Pada kondisi mikroorganisme pada biofilm yang melekat pada media yaitu ketebalan Cakram RBC mencapai 2.5 mm pada konsentrasi COD 23064 mg/l, pada tiap stage dan terjadinya perubahan warna pada lapisan biofilm menjadi warnah putih keabu-abuan karena merupakan saat aklimatisasi mikroorganisme adanya proses tumbuh muda dimana terdapat penambahan kandungan oksigen. namun pada saat aklimatisasi dengan limbah 26600 mg/l banyak biofilm pada RBC media bergerigi yang mengalami warna abu-abu gelap dikarenakansaat limbah dengan kandungan organik yang tertinggi. Mikroorganisme yang menempel merupakan saat mikroba dalam fase kematian. Kemudian lapisan biofilm menjadi stabil dan siap dioperasikan.

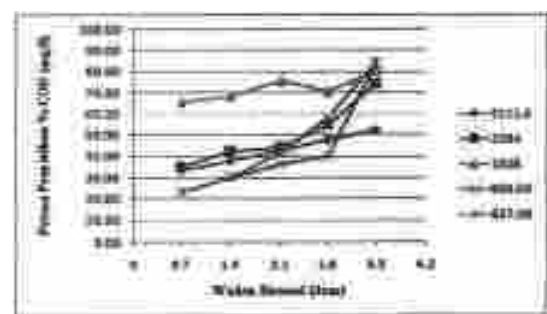
Pengaruh Penurunan Kandungan Organik COD pada Penambahan Oksigen dan Tanpa Penambahan Oksigen dengan VariVariasi Waktu Detensi di Bak Reaktor.

Dari hasil penelitian penurunan konsentrasi COD di bak reaktor pada RBC media dimensi bergerigi diperoleh hasil yaitu berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa timur No. 72 Tahun 2013, baku mutu limbah cair industri tempe adalah COD : 300 mg/l, TSS : 100 mg/l dan BOD 5 : 150 mg/l



Gambar 1. Hubungan antara penurunan COD terhadap Penambahan Oksigen pada berbagai variasi waktu detensi (td) di bak reaktor

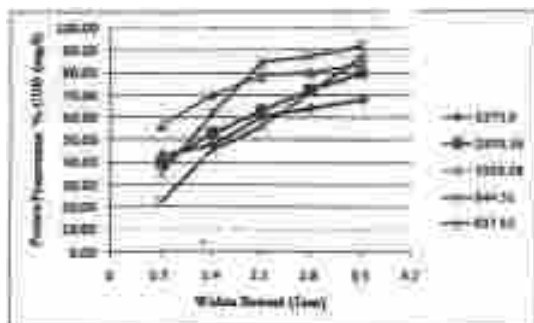
Berdasarkan pengaruh waktu detensi pada proses pengolahan biologis menggunakan RBC media bergerigi dengan penambahan oksigen dan tanpa penambahan oksigen paling optimum pada proses penambahan oksigen di COD 637,52 mg/l dengan waktu tinggal 3,5 jam hasil penurunan penyisihan 87,96 % sedangkan tanpa penambahan oksigen di COD 637,08 mg/l dengan waktu tinggal 3,5 jam hanya mampu menurunkan 84,50 %. Hasil ini menunjukkan bahwa harus cukup lama dan adanya penambahan oksigen untuk proses metabolisme oleh aerob dalam reaktor pengurai, hal ini ditandai dengan kualitas effluent yang paling baik. Pengaruh penambahan oksigen yang cukup tinggi memberikan keuntungan yaitu pencampuran antara biomassa dan substrat sehingga menjadi homogen, ketersediaan nutrisi sebagai bahan makanan bagi bakteri cukup terpenuhi, sehingga aktifitas metabolisme bakteri pun meningkat dan proses degradasi limbah berlangsung lebih baik.



Gambar 2. Hubungan antara penurunan COD Tanpa Penambahan Oksigen pada berbagai variasi waktu detensi (td) di bak Reaktor

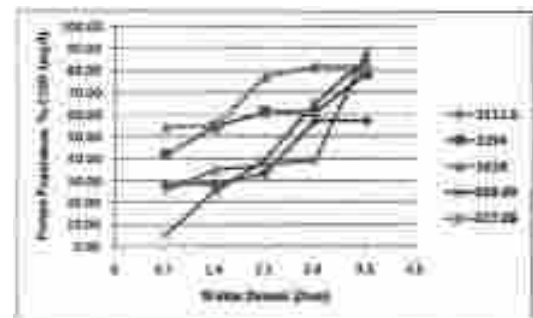
Pada gambar 2 Pada penambahan oksigen dengan waktu detensi mulai dari 0,7, 1,4, 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam merupakan waktu

penyisihan yang terbaik atau optimal. Dikatakan kondisi optimal yaitu adanya penurunan yang signifikan konsentrasi COD pada RBC media bergerigi, ini dikarenakan Mikroorganisme yang menempel pada media dimensi bergerigi saat dalam kondisi di waktu 0,7 jam, 1,4 jam 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam selain itu juga karena adanya penambahan oksigen didalam kandungan organik pada limbah yang tinggi. sehingga hasil data tersebut menunjukkan waktu kondisi optimal ada pada 0,7, 1,4, 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam namun terlihat bahwa waktu kondisi optimal terjadi pada saat waktu detensi 3,5 jam dengan konsentrasi awal COD yaitu 637,52 mg/l merupakan konsentrasi yang kecil. karena dianggap mikroorganisme yang melekat pada media dimensi bergerigi sudah beradaptasi pada limbah dengan konsentrasi yang besar sedangkan pada (gambar IV.2) tanpa penambahan oksigen dengan waktu detensi mulai dari 0,7, 1,4, 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam merupakan waktu penyisihan yang efisien Dikatakan kondisi efisien yaitu sudah mampu menurunkan secara signifikan konsentrasi COD pada RBC media bergerigi, tapi pada penelitian ini mencari nilai terbaik dari penambahan oksigen dan tanpa penambahan oksigen.



Gambar 3. Hubungan antara penurunan COD Penambahan Oksigen pada berbagai variasi waktu detensi (td) di Bak Pengendap

Berdasarkan Dari hasil penelitian pada Gambar 3 persen penyisihan COD paling optimum pada penambahan oksigen di konsentrasi COD 637,52 mg/l dengan waktu tinggal 3,5 jam hasil penurunan penyisihan 92,10 %. Hasil ini menunjukkan bahwa harus cukup lama dan adanya penambahan oksigen untuk proses metabolisme oleh aerob dalam reaktor pengurai, hal ini ditandai dengan kualitas effluent yang paling baik. Pengaruh penambahan oksigen yang cukup tinggi memberikan keuntungan yaitu pencampuran antara biomassa dan substrat sehingga menjadi homogen, ketersediaan nutrisi sebagai bahan makanan bagi bakteri cukup terpenuhi, sehingga aktifitas metabolisme bakteri pun meningkat dan proses degradasi limbah berlangsung lebih baik.



Gambar 4. Hubungan antara penurunan COD Tanpa Penambahan Oksigen pada berbagai variasi waktu detensi (td) di Bak Pengendap

Pada gambar 4 Pada penambahan oksigen dengan waktu detensi mulai dari 0,7 jam, 1,4 jam, 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam merupakan waktu penyisihan yang terbaik atau optimal. Dikatakan kondisi optimal yaitu adanya penurunan yang signifikan konsentrasi COD pada RBC media bergerigi, ini dikarenakan Mikroorganisme yang menempel pada media dimensi bergerigi saat dalam kondisi di waktu 0,7 jam, 1,4 jam 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam selain itu juga

karena adanya penambahan oksigen didalam kandungan organik pada limbah yang tinggi. sehingga hasil data tersebut menunjukan waktu kondisi optimal ada pada 0,7 jam, 1,4 jam, 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam namun terlihat bahwa waktu kondisi optimal terjadi pada saat waktu detensi 3,5 jam dengan konsentrasi awal COD yaitu 637,52 mg/l merupakan konsentrasi yang kecil. karena dianggap mikroorganisme yang melekat pada media dimensi bergerigi sudah beradaptasi pada limbah dengan konsentrasi yang besar sedangkan pada (gambar IV.4) tanpa penambahan oksigen dengan waktu detensi mulai dari 0,7 jam, 1,4 jam, 2,1 jam, 2,8 jam dan 3,5 jam merupakan waktu penyisihan yang efisien. Dikatakan kondisi efisien yaitu sudah mampu menurunkan secara signifikan konsentrasi COD pada RBC media bergerigi, tapi pada penelitian ini mencari nilai terbaik dari penambahan oksigen dan tanpa penambahan oksigen.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang didapatkan adalah :

1. Optimalisasi penurunan COD yang terbesar adalah 92,10 % pada penambahan oksigen di bak pengendap dengan waktu detensi 3,5 jam. Sedangkan efisiensi penurunan COD adalah tanpa penambahan oksigen di konsentrasi COD pada dengan waktu detensi yaitu 0,7jam s/d 3,5jam di bak reaktor. Optimalisasi penurunan COD yang terkecil adalah 4,79 % di bak reaktor pada penambahan oksigen dengan waktu detensi paling terkecil, yaitu 0,7 jam COD 844,51 mg/l.
2. Periode kecepatan putar cakram menunjukkan semakin lama waktu tinggal limbah cair di dalam

reaktor RBC, maka kemampuan penyisihan COD oleh bakteri semakin meningkat. Dikarenakan terjadi kontak udara yang lama antara limbah cair dengan bakteri yang menempel pada biofilm yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Brock, TD. & Madigan, MT., 1991. *Biology of Microorganisms*. Sixth ed. Prentice Hall International, Inc
- Hendrasarie, N dan Angga, A., (2013). *Penyisihan Kandungan Organik Limbah Melalui Penentuan Konstanta Substrat Dengan Menggunakan Rotating Biological Contactor*, Jurnal Envirotek, Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, UPN, 5 (2), pp. 91-98
- Hendrasarie, Novirina (2014), *Determination of Organic Loading and Hydraulic Loading Rate, The Rotating Geared Blade Discs Contactor for Nitrate Containing Organic Waste*, Prosiding Bali International Seminar On Science and Technology (BISTECH), Vol. 2, pp. 121-125
- Hendrasarie, N dan Angga, A., (2015), *Kemampuan Kecepatan Degradasi Kandungan Organik Limbah Tahu di Rotating Biological Contactor Dengan Memodifikasi Bentuk Permukaan Disk*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Soebardjo Brotohardjono IX", pp. 1-9
- Husin, A. (2008), *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed.*, Tesis., Universitas Sumatra Selatan, Medan.
- Metcalf and Eddy, 2003. *Waste Water Engineering Treatment and Reuse* 4th Edition, Mc Graw-Hill Company, New York.
- Mindrayani, Aswati.(1995). "Trickling Filter dan RBC", Dalam *Pelatihan*

- Perancangan Instalasi Pengolah Air Limbah Industri*. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, hal 121-116
- Safitri, Silfiana (2009), *Perencanaan Sistem Literatur Limbah Cair, Pengertian Limbah Cair.*, Universitas Indonesia, Jakarta, hal. 8-9
- Said, Nur.Idaman. (2005). "Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Reaktor Biologis Putar (Rotating Bio Contactor) dan Parameter Desain"., JAI Vol 1, No. 2.
- Sugiharto (2008), *Dasar – dasar Pengelolaan Air Limbah*, Cetakan Pertama, UI Press, Jakarta.
- Sugiono, Dendy (1987), *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa Edisi Keempat*, Jakarta.
- Tanaka, Nao. (2008). "Rotating Bio Contactor", *Manual Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair.*, Pusteklim, Yogyakarta, hal. 121-126
- Wiryani, Erry (2007). *Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe*. UNDIP. Semarang